

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1930-1931 N° 62

Travail du Service du Professeur FROMENT
et du Laboratoire de Pathologie Interne de la Faculté

De la fatigue musculaire en pathologie humaine et animale

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 17 Novembre 1930

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Eugène LE HULUDUT

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

(Section des Troupes coloniales)

Diplômé d'Hygiène et de Microbiologie

Né le 31 Mars 1906 à LORIENT (Morbihan)



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

1930

**DE LA FATIGUE MUSCULAIRE
EN PATHOLOGIE HUMAINE ET ANIMALE**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Travail du Service du Professeur FROMENT
et du Laboratoire de Pathologie Interne de la Faculté

De la fatigue musculaire en pathologie humaine et animale

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 17 Novembre 1930

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Eugène LE HULUDUT

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

(Section des Troupes coloniales)

Diplômé d'Hygiène et de Microbiologie

Né le 31 Mars 1906 à LORIENT (Morbihan)



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

1930



PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire M. L. HUGOUNENQ
Doyen M. J. LEPINE
Assesseur M. ROLLET

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, ROQUE, LANNOIS, HUGOUNENQ, ROCHET, BARRAL.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. PIC
Cliniques chirurgicales	PAVIOT
Clinique obstétricale et Accouchements	TIXIER
Clinique ophtalmologique	BERARD
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	VORON
Clinique neurologique et psychiatrique	ROLLET
Clinique des maladies des enfants	NICOLAS
Clinique des maladies des femmes	LEPINE (J.)
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	MOURIQUAND
Clinique des maladies des voies urinaires	VILLARD
Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie	COLLET
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie	GAYET
Chimie biologique et médicale	NOVE-JOSSERAND
Chimie organique et Toxicologie	CLUZET
Matière médicale et Botanique	FLORENCE
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	MOREL
Anatomie	BRETIN
Histologie	GUIART
Physiologie	LATARJET
Pathologie interne	POLICARD
Pathologie et Thérapeutiques générales	DOYON
Anatomie pathologique	FROMENT
Chirurgie opératoire	CADE
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie	FAVRE
Médecine légale	PATEL
Hygiène	ARLOING (F.)
Thérapeutique	Etienne MARTIN
Pharmacie et Pharmacologie	COURMONT (P.)
Hydrologie thérapeutique et climatologie	SAVY
	LEULIER
	PIERY

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Pathologie externe MM. VALLAS
Propédeutique de gynécologie CONDAMIN

CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

Anatomie topographique	MM. THIEVENOT (Léon)
Puériculture et hygiène de la première enfance	RHENTER
Chirurgie expérimentale	TAVERNIER
Applications du radium	NOGIER
Stomatologie	TELLIER

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
NOGIER	CHALIER (Joseph)	MARTIN (Joseph)	CHAMBON
ROCHAIX	NOEL	ROCHET (Ph.)	CIBERT
RHENTER	DUMAS	WERTHEIMER	EPARVIER
MAZEL	DUFOURT	GATE	GUILLEMINET
SANTY	DEVIC	BERNHEIM	MORENAS
CHALIER (André)	GABRIELLE	DECHAUME	ROCHE
	MANCEAU	POILLOSSON	REBATTU ch.

M. BAYLE, Secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THESE

MM. FROMENT, président ; DEVIC, assesseur ;
DECHAUME et BERNHEIM, agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MON PÈRE, A MA MÈRE

Je leur dédie ces pages. Ils savent
mon amour et ma reconnaissance.
Ma plus fière ambition sera de sui-
vre leur exemple de droiture, de
courage et d'honneur.

A MON FRÈRE

AUX MIENS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR J. FROMENT

Par ses leçons claires et pittoresques, au lit du malade ou à la Faculté, il sut nous présenter les études les plus délicates sous un jour simple et logique.

Nous avons suivi trois ans son enseignement. Il voulut bien nous confier le sujet de cette thèse et nous faire l'honneur de la présider.

Nous l'en remercions très respectueusement.

A MES JUGES

A MES MAÎTRES DES HÔPITAUX CIVILS ET MILITAIRES
ET DE L'ECOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

A MES CHEFS

Avant-Propos

Au cours de cinq années d'études médicales, il est bien rare qu'un attrait particulier ne se manifeste pas, chez l'étudiant, pour une des nombreuses branches de l'enseignement clinique.

Nous avons pris, très rapidement, un intérêt progressif à la Neurologie. Dès 1927, le service de M. le Professeur Froment nous attira tout particulièrement ; attrait dû, pour une grande part, à l'accueil bienveillant du maître et à la couleur de son enseignement.

Dès le début, nous avons été frappé par ses recherches personnelles sur le mécanisme de la station debout, et la maladie de Parkinson. Jour par jour, nous avons suivi l'évolution logique de sa pensée.

Et de fait, ce n'est pas quelque jeu de hasard, mais bien le développement régulier de son hypothèse de travail qui l'amena à étudier avec nous, la fatigue dans ses rapports avec la maladie de Parkinson.

Observant de près les kinésies paradoxales des états striés, le Professeur Froment avait montré qu'elles avaient leurs lois, les mêmes qui régissent la station verticale : « Tout déséquilibré est inévitablement rigide ». Cette hypothèse fut complétée par une étude bio-

chimique qui montra la musculature du parkinsonien en travail excessif. Ainsi l'hypertonie parkinsonienne, rigidité dystasique, peut être génératrice de fatigue.

C'est alors que le Professeur Froment, nous demanda de préciser et de classer les données modernes sur la fatigue musculaire, et nous fit l'honneur de nous confier l'objet de cette thèse.

Nous l'en remercions très vivement, et nous l'assurons que le souvenir de ses leçons imagées n'est pas près de s'effacer de notre esprit.

DE LA FATIGUE MUSCULAIRE EN PATHOLOGIE HUMAINE ET ANIMALE

Introduction

La douleur, la faim, la fatigue, furent de tout temps considérées comme les sensations simples les plus primitives, les plus spontanées, sur quoi se règle la vie animale.

Plus précisément on peut rapprocher ces trois sensations, dont le mécanisme est constitué de façon à assurer la protection de l'organisme vis à vis des excitations nocives, et à l'avertir d'un trouble dans le fonctionnement des divers appareils, locomoteur, digestif, sensitif.

Et les anciens, s'appuyant sur ces constatations simples, ne faisaient aucune distinction précise entre ces trois ordres d'état et ne s'attachaient qu'à reconnaître sans contrôle, une sensation, une impression, c'est-à-dire un phénomène subjectif.

A cette première période, succéda une période expérimentale.

A partir du milieu du XIX^e siècle, avec le développement de la rigueur scientifique et l'emploi précis de la méthode expérimentale, imposée par Claude Bernard,

de nombreux expérimentateurs, physiologistes et biologistes étudièrent les phénomènes objectifs de fatigue en essayant d'en dégager les lois.

Actuellement, s'appuyant sur tous ces travaux, la notion de fatigue s'est extrêmement élargie. Elle ne s'étend plus seulement aux formes évidentes, mais aussi aux formes latentes, inaperçues. Et il semble que les recherches modernes sur la fatigue s'engagent dans deux directions fort différentes.

D'une part une orientation collective Militaire et Industrielle, amenée par la notion d'une « fatigue Industrielle » : résultant de la somme des fatigues latentes des divers éléments d'une usine. L'hygiène du travail s'en est emparée.

D'autre part une orientation individuelle purement médicale, le médecin se préoccupant des lésions de fatigue, surtout de fatigue latente due à un travail physiologique exagéré ou à un travail pathologique continu, résultant de troubles divers atteignant le système musculaire tels que contractures, spasmes, tremblements.

C'est de ce dernier aspect du problème que nous nous occuperons particulièrement et après avoir donné une définition précise de la fatigue musculaire, et cherché les divers moyens de la contrôler, nous étudierons successivement les effets de la fatigue musculaire aiguë et chronique chez l'animal d'abord, puis chez l'homme, où nous tenterons de montrer que les troubles produits doivent être considérés d'égale importance pour le moins, si la fatigue a une origine pathologique, ou une origine purement physiologique.

CHAPITRE PREMIER

Le problème de la fatigue

Les définitions que l'on peut donner de la fatigue sont fort nombreuses suivant le point de vue auquel on se place. On peut en effet s'appuyer, soit sur la sensation de fatigue, soit sur les phénomènes objectifs de fatigue. On peut dans ce dernier cas, partir soit de phénomènes physiques ou de phénomènes chimiques.

On conçoit dès lors qu'il soit extrêmement difficile de trouver une définition qui soit générale, et qui vaille pour tous les cas constatés.

Mais tout d'abord, qu'entend-t-on réellement par le terme de « fatigue musculaire » ?

Ce que nous savons du fonctionnement du muscle nous permet, en effet, de dire qu'un travail quelconque n'est jamais purement musculaire. Le système nerveux travaille également et peut également se fatiguer. Et nous assistons en réalité à un travail « neuro-musculaire » dans lequel les proportions relatives de travail

propres à chaque tissu, sont variables suivant le travail considéré.

Somme toute, schématiquement, le travail d'un même muscle peut être déclenché par un travail neural relativement faible s'il s'agit d'une contraction réflexe simple, (réflexe de défense) ; plus intense (réflexe controlatéral diffus), complexe (réflexes d'équilibration effectuant un long trajet depuis le cervelet jusqu'au muscle) ; ou très complexes (actes raisonnés inhabituels ou difficiles). Etant bien entendu que nous englobons dans le terme général de « travail neural », le travail d'une partie quelconque du tissu nerveux, nerf, moelle, encéphale.

Il est logique de penser par conséquent, que la fatigue produite par la répétition d'une même contraction musculaire peut développer une fatigue neurale de qualité et d'intensité extrêmement différente suivant les cas.

Pour tout dire, il semble bien qu'on soit autorisé à penser, que l'activité musculaire d'un homme est conditionnée par une activité neurale, variable à chaque instant avec le mode de travail et qu'en réalité en dehors des conditions de laboratoire il n'existe jamais chez l'animal supérieur de fatigue musculaire pure : il existe une fatigue neuro-musculaire.

Maintenant, quel est l'organe qui se fatigue le premier ? Est-ce le muscle ou bien les centres nerveux ? Expérimentalement les auteurs diffèrent d'avis. Pour *Mosso* et ses élèves, la fatigue commence par les centres nerveux. Au contraire pour d'autres auteurs avec *Ioteyko*, la fatigue est d'abord périphérique siégeant dans le muscle ou plutôt sur les terminaisons nerveuses intra-musculaires : les plaques motrices.

Mais ce dernier auteur lui-même le reconnaît : « il ne s'agit que du premier degré de la fatigue ». Le laboratoire peut bien nous permettre de l'observer, mais dans la vie normale le premier degré est presque toujours dépassé et les phénomènes se diffusent.

Quoi qu'il en soit de ces opinions, il reste que le phénomène de la fatigue musculaire est extrêmement complexe, affectant à la fois le muscle et une portion variable des voies nerveuses. Nous devons en tenir compte dans notre étude.

La première des conditions pour que l'on puisse parler de fatigue musculaire est la notion étiologique absolument indispensable d'un excès de travail musculaire. Ceci paraît évident de prime abord, mais nous verrons plus loin, que la sensation de fatigue peut être ressentie en dehors de ce repère étiologique et que, par conséquent, les affections ou les troubles qui conditionnent son apparition ne doivent pas rentrer dans le cadre de cette étude ; sinon pour les signaler comme causes d'erreurs.

On devra donc toujours rechercher cette donnée fondamentale, qu'il s'agisse chez l'homme sain, de travail volontaire actif, de travail réflexe d'équilibration statique, ou qu'il s'agisse chez l'homme malade d'hypertonie réflexe parkinsonienne, de contracture, de chorée, de tremblements, etc...

Parmi les nombreuses définitions que l'on trouve dans les auteurs, celles qui emploient comme seul critère, l'apparition du « sentiment de fatigue » ne peuvent être conservées ; car non seulement il s'agit là d'un phéno-

mène subjectif valable seulement chez les animaux les plus supérieurs, mais encore ce phénomène n'est pas en rapport avec l'intensité de la fatigue et, qu'il plus est, il n'est pas constant. En effet elle peut n'être pas perçue. Plusieurs auteurs, avec *Ioteyko*, ont bien remarqué que le travail s'accompagne plus rapidement de fatigue lorsqu'il a besoin d'être soumis au contrôle des centres supérieurs, que lorsqu'il peut, au contraire, se libérer de ce contrôle. Par exemple, l'addition d'un certain degré de travail intellectuel nécessaire à l'exécution d'un travail musculaire inhabituel ou difficile, favorise nettement la précocité d'apparition du phénomène subjectif de fatigue. « Dans l'accomplissement du travail mental plus spécialement des sensations déterminées de fatigue peuvent être éprouvées quand l'enregistrement objectif des phénomènes montre que des quantités croissantes et décroissantes de travail sont accomplies. Par contre il peut y avoir une absence totale de sensation de fatigue quand les phénomènes objectifs montrent une diminution ou de quantité ou de qualité ou des deux, du travail accompli (*Rivers*) ».

D'autre part l'existence du « sentiment de fatigue » n'est pas forcément l'indice d'un travail musculaire exagéré. D'autres causes, en particulier la fièvre, peuvent quelquefois le produire. On l'observe également dans un certain nombre d'affections touchant les glandes endocrines. Tout récemment *Montassut*, *Lamanche* et *Dausy* signalaient sa valeur diagnostique dans les cas d'hépatisme. Les géants, les acromégales ressentent fréquemment la fatigue sans travail musculaire exagéré

(*Morhardt*). Enfin la maladie d'Addison est peut-être celle où le sentiment de fatigue est le plus accusé et le plus constant, même si le malade reste au lit dans une résolution musculaire complète.

Nous arrivons ensuite à cette constatation simple et objective que l'on connaît bien depuis *Mosso*. « Un organe fatigué travaille moins ou ne travaille plus ». Et ceci quel que soit l'organe considéré.

A ce moment les mêmes excitants qui, pour une faible intensité ou une courte durée, produisaient une excitation, c'est-à-dire un renforcement des phénomènes vitaux, peuvent pour une intensité plus grande ou une durée plus considérable, amener un phénomène inverse, c'est-à-dire une diminution des phénomènes vitaux pour un certain temps, et le repos est nécessaire pour faire réapparaître la fonction de l'organe.

Dans le cas du muscle, cette diminution des phénomènes vitaux se traduit dans le laboratoire par une abolition de l'excitabilité électrique ; et chez l'homme normal par une diminution ou une abolition temporaire de l'excitabilité nerveuse. Le muscle ne répond plus à la demande volontaire, ou la demande volontaire parvient mal. Ceci dans les cas extrêmes. Le plus souvent ce trouble se traduit par des altérations dans la force musculaire, l'endurance, la coordination et le contrôle des mouvements, la vitesse musculaire.

Et ce sont précisément ces manifestations objectives à minima de la fatigue musculaire que l'on a cherché, comme nous le verrons plus loin, à employer comme **test** de fatigue.

Enfin, au point de vue chimique, nous savons que le travail musculaire consiste schématiquement dans la transformation d'une énergie chimique en énergie mécanique. Énergie chimique prise dans certains corps alimentaires, en particulier des hydrates de carbone. Cette transformation s'accompagne de corps de déchets qui sont amenés aux émonctoires par la circulation sanguine. Dans la fatigue, succédant à un travail musculaire exagéré, il est reconnu actuellement à la suite des travaux de nombreux auteurs que les substances transformées ne sont plus seulement des hydrates de carbone mais aussi des albuminoïdes ; les corps de déchet formés en abondance sont incomplètement éliminés, s'accumulent dans le muscle, l'incrassent. Enfin ces corps de déchet ne sont plus tout à fait semblables à ceux qui résultent d'un travail modéré ; ils ont varié en quantité et en qualité.

Dès lors il n'est pas surprenant de constater que, là encore, on a tenté de se servir de ces données chimiques pour la recherche de tests de fatigue, en recherchant les produits nouveaux formés soit dans le sang, soit dans le produit des émonctoires : urines, sueurs.

Si nous essayons de réunir tous ces faits, les uns connus depuis très longtemps, les autres d'acquisition toute moderne, nous pouvons tenter de donner de la fatigue musculaire une définition générale, c'est-à-dire autant que possible, complète, et valable pour la majorité des cas :

« La fatigue dite musculaire est, en réalité, un phénomène complexe neuro-musculaire, succédant toujours à un travail exagéré clonique ou tonique du muscle. Elle se traduit, au point de vue biologique, par une diminution du pouvoir fonctionnel, et s'accompagne de deux sortes de signes : un signe subjectif, variable en intensité et non absolument constant : la « sensation de fatigue », des signes objectifs, les uns fonctionnels (imprécision, affaiblissement, perte de la vitesse), les autres chimiques, mettant en lumière le trouble des transformations intimes dans les tissus.

CHAPITRE II

Les tests de fatigue musculaire

Après cette définition, que nous venons d'établir aussi scrupuleusement que possible, se pose un problème extrêmement délicat, non encore résolu entièrement, qui est celui du contrôle de la fatigue.

Peut-on déceler la fatigue musculaire chez un individu ?

Existe-t-il des tests de fatigue ?

C'est là une étude qui vient d'être précisée d'une façon extrêmement complète par *Dhers*. Nous n'avons pas la prétention d'y rien ajouter, mais il nous paraît indispensable de situer brièvement la question.

Les tests doivent satisfaire à des conditions d'ordre théorique d'abord : mesurer la fatigue et ne varier qu'avec elle ; d'ordre pratique ensuite : être applicables à tout moment sans perte de temps et sans appareillage coûteux.

La sensation de fatigue ne peut être conservée comme

test, elle ne répond pas aux premières de ces conditions.

Les phénomènes objectifs, qui peuvent servir d'indicateur de fatigue, concernent soit l'état statique, soit l'état dynamique de l'organisme et, dans ce dernier cas, considèrent les appareils qui ont fonctionné ou l'ensemble de l'organisme par répercussion générale de l'état de fatigue.

Dhers propose l'essai de classification suivant :

A. — Tests de l'état physiologique

C'est-à-dire traduisant la répercussion physiologique générale de la fatigue sur le fonctionnement global de l'organisme. C'est encore ce que l'on peut appeler les tests passifs (non-performance test).

Il étudie :

1° L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE GÉNÉRAL :

a) Modifications chimiques des urines ;

b) Modifications chimiques du sang ;

c) Variations d'excrétions ;

d) Variation des échanges respiratoires ;

e) Calorimétrie ;

f) Variations du métabolisme : température, modifications du poids et de l'appétit.

2° LE RETENTISSEMENT SUR LES SYSTÈMES PHYSIOLOGIQUES PARTICULIERS :

a) Phénomènes circulatoires :

Variations du pouls artériel, veineux, capillaire ;

Variation de la pression artérielle ;

Cardiographie ;

Phénomènes vaso-moteurs ;

Répartition du sang dans les différents organes ;

Variations du volume du cœur.

b) Phénomènes respiratoires :

Fréquence, régularité.

c) Phénomènes nerveux :

Variations des réflexes physiologiques ;

Variation de l'état local des muscles intéressés (Chronaxie).

B. — Tests de valeur fonctionnelle de l'organisme

Demandant au sujet l'accomplissement d'un acte dont la valeur est considérée comme un indicatif possible de fatigue.

1° TESTS MUSCULAIRES MESURANT :

a) La force musculaire et l'endurance (dynamométrie et tests dérivés) ;

b) Précision, amplitude et régularité (ergographie, test de visée, de traçage) ;

c) Coordination et contrôle (test de tremblement) ;

d) Vitesse musculaire (test de tapage).

2° TESTS PSYCHO-PHYSIOLOGIQUES :

a) Tests sensoriels :

Sensations cutanées simples (pression) ;

Sensations musculaires (notion de position, équilibre statique, notion de résistance) ;

Sensations visuelles simples (couleur, acuité, champ visuel) ;

Sensations auditives (acuité).

b) Temps de réaction simple ou de choix.

c) Tests intellectuels ou mentaux :

- 1) D'attention ;
- 2) De mémoire ;
- 3) D'association ;
- 4) De logique.

Cette classification a le grand mérite d'envisager successivement toutes les actions possibles de la fatigue sur les divers appareils sans risquer un oubli, ou une omission. Elle est complète.

Mais à l'examen, on remarque immédiatement que tous ces tests sont de valeur fort inégale. Prenons pour exemple les variations des réflexes physiologiques, nous voyons qu'un certain nombre d'auteurs les ont trouvés exagérés à la suite des courses de bicyclettes, d'autres les ont trouvés, au contraire, abolis. Nous même avons cherché les réflexes d'un grand nombre de joueurs après des matches de rugby fort pénibles et, sauf quelquefois une certaine vivacité sans toutefois parler d'exagération, nous n'avons pas trouvé de variations notables dans un sens ou dans l'autre.

Beaucoup des réactions recherchées ressemblent à cet exemple.

D'autres tests, d'une plus grande valeur et d'une plus grande précision demandent un appareillage délicat ou une technique très rigide.

C'est ainsi que, pour les tests sanguins, on a décrit successivement la diminution de la résistance globulaire

(*Manca-Hastings*), l'augmentation de la concentration et de la viscosité sanguine (*Zuntz et Schümberg, Böhme*), la diminution de l'alcalinité sanguine (*Drouin, Lee*), la diminution des produits de défense du sang, en particulier de l'alexine ou complément (*Vincent*), l'augmentation de la teneur du sang en substances réductrices (*Abelous, Charles Richet, Abderhalden*), l'augmentation de la toxicité sanguine (*Mosso, Abelous, Bergonié, Roger*). « Mais ces modifications, dit *Dhers* lui-même, ne semblent traduire qu'un état de fatigue assez avancé... D'autre part, il faut des techniques d'analyse minutieuses... les résultats sont assez variables... les tests sanguins sont pratiquement inemployables ».

On voit, par cet exemple, la difficulté que l'on a de trouver un test vraiment pratique. Cette difficulté s'aggravant du fait que chez l'homme l'état de fatigue latente est le plus fréquent, fatigue à minima, s'accompagnant par conséquent de réactions plus faibles.

En dernière analyse, il semble que ce sont les tests urinaires qui nous donnent les résultats les plus directs. Ils paraissent également être les plus sensibles. On note entre autres une diminution des urines au cours du travail intensif (*Tissié, Aurenche*) allant parfois jusqu'à l'anurie (*Hastings*) et augmentation de la densité (*Scott et Hastings*), une augmentation des sels urinaires (*Tissié, Pavy, Scott*), de l'excrétion azotée (*Voit, Fisch, Openheim, Ranke, Pettenkoffer, Atwater et Schermann*), une augmentation de la créatinine (*Fisher, Campbell et Webster*, etc.), une élévation du coefficient de Maillard-Lanzenberg (*Germenot*), etc...

Nous retiendrons en outre, à un autre point de vue,

les variations du métabolisme basal, dont le chiffre s'élève en même temps que le travail musculaire (*Froment et Corajod*).

Que conclure de tout ceci ? La fatigue n'est pas un phénomène observable directement, ce qui oblige à établir des corrélations entre le phénomène qui demeure lui-même obscur et les manifestations qui servent à son analyse. Tous les tests de fatigue sont donc indirects. Seules les modifications du chimisme semblent entrer dans la catégorie des tests directs, c'est pourquoi nous leurs accordons une plus grande valeur.

En réalité une constatation isolée ne pourra pas nous amener à la conclusion ferme de l'existence d'un surmenage musculaire. Mais la réunion, le groupement d'un certain nombre de constatations, laissées à l'appréciation du médecin, auront une grosse valeur indicative, et nous pourrons conclure que si le test *crucial* de fatigue n'existe pas, n'est pas encore du moins trouvé, on peut quand même déceler la fatigue et, par suite, en atténuer les inconvénients, en prévenir les conséquences.

CHAPITRE III

La fatigue musculaire de l'animal et ses divers aspects

L'animal, surtout l'animal sauvage, est évidemment l'être le plus sujet de par son genre de vie à la fatigue. Mais en descendant vers les êtres inférieurs de la série animale et bien que nous ne nous occupions ici que du travail musculaire, le souci d'être complet nous oblige cependant à constater que l'amibe, que l'infusoire, se fatiguent au même titre que l'animal pourvu de muscles différenciés.

Ioteyko distingue, à cet égard, trois catégories de mouvements : le mouvement amiboïde, le mouvement vibratile et le mouvement musculaire.

Verworn a fait passer, à travers le corps d'un actinosphœrium, un courant électrique. Au moment de la fermeture, on observe des contractions énergiques à l'anode jusqu'au retrait complet des pseudopodes. Si l'on prolonge l'expérience, la substance vivante de l'actinosphœ-

rium se fatigue, de sorte que l'excitant ne produit plus à la fin aucun effet.

Engelmann, d'autre part, fatigue également des infusoires pourvus de cils vibratiles. Au bout d'un certain temps, il faut augmenter l'intensité de l'excitant, ou recourir à un certain temps de repos pour obtenir le même effet qu'au début.

De même, les poissons électriques ne peuvent indéfiniment lancer des décharges. D'après *Shöenlein*, la torpille s'épuise après mille décharges consécutives produites pendant quinze à trente minutes.

La fatigue produite par un excès d'activité n'est donc pas un privilège des animaux supérieurs. Elle est simplement plus aisément et plus commodément observable chez ceux-ci, et c'est pour cette raison que nous les prendrons en exemple.

Les animaux, soumis par leurs mœurs à une grande activité musculaire, seront évidemment les plus sujets à la fatigue. C'est le cas des oiseaux migrateurs, des bêtes sauvagès, etc...

Dans ses observations sur les migrations des oiseaux, *A. Mosso* dit avoir vu souvent de nombreuses cailles mortes gisant dans les fossés de la campagne de Rome. Ces oiseaux, dans l'élan qui de la mer les entraîne vers la terre, n'ont plus la force d'arrêter ou de modérer leur vol, et se heurtent aux troncs d'arbres, aux branches, aux poteaux télégraphiques et aux toits des maisons avec une telle impétuosité qu'ils se tuent.

Brehm a décrit l'arrivée des cailles en Afrique : « On aperçoit une nuée obscure, basse, se mouvant au-dessus des eaux, qui s'approche rapidement et qui, pen-

dant ce temps, va toujours en s'abaissant pour s'abattre à la limite extrême de la mer: c'est la foule des cailles mortellement épuisées. Les pauvres créatures gisent d'abord pendant quelques instants comme étourdies et incapables de se remuer. Mais cet état prend bientôt fin. Un mouvement commence à se manifester; une des premières arrivées sautille et court rapidement sur le sable en cherchant un meilleur endroit pour se cacher. Il se passe un temps considérable avant qu'une caille se décide à faire fonctionner de nouveau ses muscles thoraciques épuisés, et se mette à voler ».

De Filippi a vu des pigeons, en pleine mer, reposer les ailes ouvertes sur les flots; c'était là un signe de fatigue invincible.

Ces observations, bien que précieuses, sont cependant assez vagues et peu précises. Toutes les formes de fatigue ne se ressemblent pas. *Lagrange* s'est efforcé de donner plus de vigueur à ses observations et, dans ce but, il a tenté de classer les effets produits par des efforts musculaires exagérés ou trop prolongés, en plusieurs formes ou stades de fatigue. Il a observé successivement: l'essoufflement, les raideurs musculaires, les déchéances organiques.

C'est ainsi que, chez les animaux, on a remarqué que certaines allures, certaines formes de travail produisent plus particulièrement l'essoufflement, tandis que d'autres amènent plutôt la fatigue des membres. « Le cheval, disent les entraîneurs, trotte avec ses jambes et galope avec ses poumons ». Le cheval, qui rentre au pesage après la course, offre le type de l'essoufflement. « Tout semble s'ouvrir, dit *Lagrange*, pour favoriser l'entrée

de l'air que le poumon appelle avec effort, et on peut observer le mouvement de va et vient des naseaux qui accompagne chaque battement de flanc ».

Si l'effort n'a pas été trop intense, après un repos suffisant, la respiration reprendra peu à peu son rythme normal et il ne restera aucune trace de cet état d'asphyxie passagère. Au contraire, poussons cette activité musculaire à l'extrême et nous aboutirons à la forme la plus intense et la plus grave de fatigue : le surmenage.

On distingue un surmenage suraigu, un surmenage aigu et un surmenage lent ou chronique.

Le surmenage suraigu, c'est la mort par essoufflement. Les observations n'en manquent point. C'est à l'essoufflement que succombent d'ordinaire les animaux soumis au surmenage de vitesse : le cheval qui, suivant l'expression de Buffon, « meurt pour mieux obéir ». Cet essoufflement est le symptôme par lequel se traduit l'effort que font le cœur et le poumon pour satisfaire aux besoins exigés par la vitesse. Le cœur, soumis à un travail exagéré, peut faillir et ce « cœur forcé » représente une des lésions les plus graves de la fatigue. Il n'est pas rare chez les chevaux : chez le fameux cheval *Eclipse* le cœur atteignait quatre fois son volume normal.

Lagrange observe un curieux cas de mort par essoufflement chez un pigeon courrier ayant accompli, en 7 heures, la distance de Bayonne à Limoges, soit 600 kilomètres. Le pigeon mourut d'essoufflement en arrivant au but.

Mais tout animal qui meurt de fatigue ne meurt pas d'essoufflement.

Le surmenage aigu a une marche un peu moins rapide, c'est ce qu'on observe dans la chasse à courre, la chasse au cerf ou au chevreuil.

Dans ce genre de chasse, l'animal ne doit pas être tué mais pris, c'est-à-dire poursuivi à outrance jusqu'à ce que l'épuisement complet de ses forces ne lui permette plus d'échapper aux chiens. Nous devons à *Lagrange* encore une très belle description du forçage d'un chevreuil. Etudions ce qui va se passer chez un chevreuil harassé de fatigue et dont on va bientôt sonner l'hallali :

« L'animal a rusé, c'est-à-dire que, de temps en temps, au lieu de continuer sa course, il s'est arrêté, cherchant à se cacher après être revenu sur ses pas, après avoir fait des crochets pour dépister les chiens. Sa course est ainsi coupée d'une foule de temps d'arrêts, assez longs pour lui permettre de souffler et d'éliminer son acide carbonique par la respiration. Aussi se fera-t-il chasser longtemps, 5 à 6 heures, quelquefois plus, ce qui ne lui serait pas possible s'il marchait droit devant lui, sans s'arrêter, car la frayeur le ferait « sortir de ses allures » et bien qu'il soit plus vite que les chiens, il s'essoufflerait et serait pris très promptement. Tous les veneurs savent bien que si la bête chassée sort du bois pour faire un long débouché, la chasse sera promptement terminée, à moins qu'il ne s'agisse d'un animal de première force, un vieux loup par exemple, qui se moque des chiens, connaît la puissance de ses jarrets,

et ne fait pas au chasseur l'honneur de sortir de ses allures pour l'éviter.

« Le chevreuil évite donc, *grâce à ses ruses*, de succomber à l'essoufflement ; mais le travail excessif qu'il fait pour échapper à ses ennemis, donne naissance à divers produits de désassimilation qui, à un moment donné, s'accumulent en grande quantité dans l'organisme, car ils ne peuvent pas, comme l'acide carbonique, s'éliminer en quelques minutes.

« Après quelques heures d'une chasse un peu vive, le chevreuil commence à ralentir sa course, ses jambes se raidissent, les chiens gagnent sur lui. Il est sur ses fins, disent les veneurs. Les organes du mouvement font défaut à l'animal, il ne peut plus fuir et se laisse manger vivant par les chiens. Mais ce n'est pas seulement là la cause de sa mort car, si par une dernière ruse le chevreuil forcé parvient à dépister ses ennemis, il meurt presque toujours des suites du surmenage.

« Une bête complètement forcée n'a pas besoin d'être étranglée par les chiens ou servie par le chasseur ; elle crève, et il arrive souvent qu'au lendemain d'une chasse on retrouve dans une broussaille le cadavre de l'animal dont on avait perdu la voie et qui est venu là mourir des suites de sa fatigue. Un de mes amis avait lâché, dans ses bois, quelques chevreuils et les chassait quelquefois, sans avoir l'intention de les prendre et uniquement pour dresser ses chiens, arrêtant la meute au moment où il voyait l'animal près de sa fin. Il arriva que plusieurs chevreuils moururent des suites de ces chasses qui n'étaient cependant qu'un jeu, une sorte de petite

guerre et dans lesquels aucun coup de fusil, aucun coup de dents n'atteignait l'animal ».

D'autre part, le Professeur Froment s'étant acquis auprès de *M^{me} de Pavin de Lafarge* (1), qu'il savait particulièrement compétente en cette question, des particularités observées sur les animaux poursuivis en chasse à courre, en reçut la lettre suivante que *M^{me} de Lafarge* a bien voulu l'autoriser à publier, ce dont nous la remercions. Cette lettre, ainsi qu'on va en juger, nous apporte de grandes précisions :

« J'ai réfléchi qu'aucun livre ne vous dira rien de plus que ma propre expérience, puisée en 40 années de laisser-courre. J'ai donc dressé ce petit graphic, dont je vous prie d'excuser la naïveté.

« Symptômes dénonçant qu'un animal de vénerie — loup et renards exceptés — est sur ses fins. »

« PAR LE PIED :

« 1° Au début de la chasse, l'animal galope en « pince », c'est-à-dire le pied ferme et dur se pose sur le sol par l'avant du sabot, le talon effleurant à peine ;

« 2° Aux premières atteintes de la fatigue, le pied repose à plat sur le sol, toutes les parties du sabot marquant également ;

« 3° Quand l'animal forcé va entrer en hallali courant, le talon est fortement marqué, les deux ongles du sabot se séparent nettement, le paturon ou poignet est fortement fléchi, et les « as » ou ergots touchent le sol.

« PAR LA VUE :

« En hallali courant :

« L'animal est tout mouillé, sa robe devient noire.

« Le dos est voussé.

« Les muqueuses sont relâchées, la langue pend, les « *daimtiers* », si c'est un mâle, pendent; parfois les yeux pleurent. Les allures deviennent titubantes.

« Les foulées, très raccourcies, occasionnent des chutes — et c'est dans une de ces chutes que les chiens prennent.

« Les membres postérieurs n'agissent plus que simultanément et sont très écartés. L'animal semble procéder par bonds, comme s'il avait un côté paralysé.

« CHEVAL FORCÉ :

« J'ai vu, en 1928, un cheval forcé tomber devant moi.

« L'intelligence des hommes avait conçu ce simple problème : « En combien de minutes des chevaux de « toutes provenances, à l'exclusion des chevaux de « courses, pourraient-ils sur route ferrée, dans un « pays qui a inspiré les montagnes russes, effectuer un « parcours de 45 kilomètres ? »

« J'ai suivi à cheval les 15 derniers kilomètres. J'ai donc vu très exactement les phases de l'agonie du cheval de tête : Jument de 7 ans, du poids de 500 kg. environ. Au 35^e kilomètre, la jument a donné des signes manifestes d'épuisement : brusques arrêts avec reprises brutales, tremblement convulsif et totale instabilité de l'encolure. Mais *aucune gêne* dans les membres, la *hauteur conservée* des actions m'a particulièrement frappée, ainsi que leur extrême aisance.

« Au 38^e kilomètre, elle est tombée roide avec hémorragie des naseaux, morte par congestion ; il est certain que cet animal n'était nullement fatigué. S'il avait été de race syrienne ou seulement pyrénéenne, c'est-à-dire avec un moindre volume, mais d'une forte capacité thoracique, renfermant, toute proportions gardée, des poumons du tiers supérieurs à ceux de la race normande, ici en cause, il eut aisément supporté le raid.

« Sur 22 concurrents, 10 ont abandonné la course, 5 sont morts de congestion ou d'urémie en 24 heures ; 5 ont été longtemps malades avec 2 nouvelles morts ; 2 ont été indemnes, dont une petite jument du Midi, taille 1 m. 45, poids environ : 350 kilogs.

« Chez aucun je n'ai constaté de gêne locomobile. Les membres fonctionnaient parfois avec irrégularité, mais les chevaux paresseux ou menés par des brutes ou des ignorants emploient si souvent ce moyen de défense et de soulagement qu'il est impossible de l'attribuer à une fatigue mortelle avec certitude ».

Chose intéressante, par ailleurs, *M^{me} de Lafarge* nous confirme que le loup ne se force pas. Elle se rencontre ici avec *Lagrange*, que nous citions plus haut.

Reste enfin le surmenage lent qui est, à notre point de vue, un des plus intéressants, car c'est celui qui a le plus d'analogies avec la forme la plus courante de fatigue chez l'homme. Il semble dû, comme le surmenage aigu, à une imprégnation de l'organisme par les déchets de travail.

On l'a observé fréquemment sur les bêtes de boucherie soumises à des marches prolongées à allure lente, sur des animaux domestiques (cheval, bœuf) soumis pen-

dant longtemps à un travail un peu exagéré. Dans ce cas l'animal dépérit, perd ses forces, prend un mauvais aspect, son poil devient terne et il peut, après avoir traîné plus ou moins longtemps, mourir d'épuisement.

Dans tous les cas, d'après *S. Arloing*, on retrouve toujours, outre certains phénomènes locaux, de la fièvre assez élevée (38° à $38^{\circ}5$) et un profond abattement.

La chair des animaux sacrifiés en état de surmenage lent plus ou moins avancé, présente d'ailleurs certaines modifications. Si le surmenage n'est pas très accentué, elle prend un goût faisandé qui la font rechercher par les gourmets. La viande, qu'on mangeait à Paris autrefois, était, dit *Lagrange*, meilleure que celle d'aujourd'hui. Alors les troupeaux arrivaient aux abattoirs après avoir effectué des marches très longues à travers le pays. Maintenant ils sont transportés.

Certains bouchers, réputés pour toujours avoir des viandes savoureuses, furent d'ailleurs condamnés pour avoir l'habitude de torturer leurs animaux avant de les abattre. Les pauvres bêtes se débattaient dans leurs souffrances et se fatiguaient ainsi.

A un degré plus avancé de surmenage lent, la viande des animaux peut même devenir toxique et on a relaté quelques cas d'intoxication par la viande des animaux fatigués. Ceci est connu depuis assez longtemps : *Bouley*, en 1878, montre en effet que la corruption de la viande est souvent un effet de l'état de surmenage dans lequel se trouvent les animaux au moment de leur mort.

Une question qui se pose logiquement maintenant, à la suite de ces constatations, est celle-ci : a-t-on trouvé

des lésions organiques spécifiques, chez les animaux morts de fatigue ?

On a surtout cherché, à vrai dire, du côté des glandes endocrines. Pour *Langlois*, *Abelous* et de nombreux auteurs, le rôle des glandes surrénales serait prépondérant. Elles neutraliseraient les poisons de fatigue. Sur des chiens normaux très fatigués et que l'on sacrifie, l'adrénaline des glandes surrénales a baissé des deux tiers environ. Mais on n'a pas de lésions proprement dites.

Par contre, *Morhardt* rapporte que *Guérini* a montré l'existence de lésions hypophysaires chez des animaux morts de fatigue, et ceci serait peut-être à rapprocher du fait que certains sujets porteurs de lésions hypophysaires, comme les acromégales et les géants, éprouvent souvent une fatigue insurmontable semblable à la fatigue des Addisoniens.

Le foie doit aussi intervenir ; tout ce que nous savons de lui et de son rôle antitoxique nous fait prévoir son action importante dans la destruction des toxines de fatigue. MM. *Froment*, *L. Ravault* et *J. Dechaume* ont tenté de réaliser expérimentalement, par simple surmenage, des lésions hépatiques. Mais il leur a paru difficile de mettre en cause la fatigue seule, car soumise au supplice de la roue la souris, au bout d'un certain temps, ne lutte plus. Trop fatiguée, elle s'alimente insuffisamment et irrégulièrement. Il est difficile d'affirmer que ceci n'est pas en partie responsable des lésions d'inflammation hépatique constatées.

En réalité, nous ne connaissons rien encore de très précis à ce sujet et force nous est de rester aux hypothèses.

CHAPITRE IV

Des effets de la fatigue musculaire sur l'homme normal

Il est rare que soit atteinte, chez l'homme, l'intensité de fatigue que l'on observe quelquefois chez l'animal. L'homme s'arrête en général à temps et l'on observe le plus communément chez lui des degrés atténués de fatigue, ce que nous pourrions appeler la fatigue subaiguë. Dans les cas graves, ce qu'on peut observer, par contre, aussi fréquemment, sinon plus, que chez l'animal, c'est le surmenage lent.

Mais il ne faudrait pas en conclure que les cas de surmenage suraigu ou aigu chez l'homme n'existent pas. Un exemple devenu classique est celui du coureur de Marathon, qui quitta le champ de bataille pour être le premier à apprendre à ses compatriotes la nouvelle de la victoire. Entré à Athènes après une course ininterrompue, c'est à peine s'il eut le temps de crier : « Victoire ». Après quoi il tomba mort.

La grande extension qu'ont pris, depuis une vingtaine d'années en France, les exercices physiques de compétition, les sports, ont permis d'observer fréquemment des exemples de fatigue aiguë chez des athlètes. C'est ainsi qu'on les voit assez souvent dans les courses de vitesse prolongée, en particulier le 800 mètres. Le coureur insuffisamment préparé, qui vient de fournir un effort trop violent et trop longtemps prolongé, s'effondre souvent sitôt passé la ligne d'arrivée. Les traits sont tirés, son visage extrêmement pâle, le pouls est rapide et petit, quelquefois légèrement arythmique. Une intense polypnée montre l'état d'asphyxie passagère du sujet qui, bien souvent, prend une syncope après son effort trop violent. Ces phénomènes se prolongent quelquefois longtemps si l'effort a été excessif ou l'athlète mal entraîné et, pendant des heures, il cherche à retrouver sa respiration perdue.

En général, chez l'homme, les effets de la fatigue sont moins brutaux d'apparition. Le terrassier, le manoeuvre, le débardeur, qui effectuent certes des efforts musculaires intenses et prolongés, présentent rarement des phénomènes aussi dramatiques ; c'est que leur effort est « rythmé ». Le terrassier qui, par exemple, charge à la pelle de la terre dans un tombereau, présente dans l'exécution de son geste un temps de repos qu'il marque nettement et qui lui permet de faire, non pas un effort continu comme le coureur, mais une succession d'efforts séparés par des intervalles de repos. Mais déjà nous savons depuis les expériences de Mosso, qu'un muscle qui s'épuise rapidement au bout d'un certain nombre d'excitations très rapprochées, peut travailler

infiniment plus longtemps si ces excitations sont séparées par un léger intervalle de repos. Ce *rythme économique* de travail, que l'on trouve expérimentalement sur le muscle isolé, est retrouvé empiriquement par tous les ouvriers manuels.

Candille, dans sa Thèse de Lyon, étudie d'ailleurs un championnat du monde de danseurs professionnels, et insiste tout particulièrement sur l'influence du rythme musical.

Nous pourrions pousser ces exemples fort loin, mais de tous il résulte que le travail musculaire, exécuté en général par l'homme, n'est pas un travail continu. Dès lors les formes de *fatigue*, dues à l'excès de ce travail, apparaissent naturellement différentes des premières formes que nous avons décrites.

Une des formes les plus communes est celle de la courbature fébrile. Un travail musculaire, excessif, trop longtemps prolongé, provoque très souvent un léger état fébrile qui éclate cinq ou six heures après la fin de l'exercice avec frissons, puis chaleur et transpiration, la température peut aller quelquefois à 39° et même 40°. Le lendemain, et pendant quelques jours, le sujet présente des douleurs très diffuses, souvent lombaires. Puis tout rentre dans l'ordre et il ne reste rien de ce petit épisode banal. Chez les sujets sains, la fièvre de courbature ne dure d'ailleurs guère plus de 24 heures.

Mais supposons que, plusieurs semaines de suite, le sujet soit astreint à un effort de ce genre, sans qu'un jour de repos vienne permettre l'élimination des **déchets** formés. Alors la fièvre peut présenter une certaine

gravité et simuler les états typhoïdes. Elle porte alors le nom de « fièvre de surmenage ».

Les fièvres de surmenage sont bien connues depuis *Rendon*, qui les étudiait dans une thèse, en 1888. Étudiées d'abord chez les animaux, on les rechercha chez l'homme. Elle n'est que l'exagération de la fièvre de fatigue, simple courbature. Mais dans celle-ci, le sujet s'est arrêté à temps et a pu, grâce au repos, éliminer les substances causes d'accidents. Tandis que dans la fièvre de surmenage ces substances ont été renouvelées par un nouveau travail avant leur expulsion complète, et se sont ainsi accumulées à haute dose dans l'organisme.

« Il arrive souvent, dit *Lagrange*, que le médecin se trouve en présence d'une fièvre continue dont il ne peut trouver le point de départ dans des causes extérieures... Si alors on recherche avec soin, dans les circonstances qui ont précédé la maladie, on trouve presque toujours que le sujet a été soumis à un abus d'exercice ou à un excès de travail quelconque. Deux de ces malades nous ont surtout frappé, dit encore *Lagrange*. L'un s'était surmené par l'escrime, passant chaque jour six heures le fleuret à la main, un autre avait abusé de la gymnastique avec engin et s'exerçait durant quatre heures de la journée à une barre fixe installée chez lui. »

La fièvre de surmenage observée dans l'expédition de *Mosso* sur le Mont Rose pouvait atteindre 39°8. Dans certains cas, elle ne pouvait se produire malgré un travail intense. Ainsi la température rectale du soldat *Sarteur* fut trouvée 37°3, bien que durant l'ascension il fut chargé d'un poids de 20 kilogrammes. Plein

d'admiration devant un mécanisme aussi parfait, Mosso écrivit sur la feuille d'observation le mot « *Ubersch* » (surhomme).

Mais supposons maintenant que cette fièvre de surmenage n'atteigne pas seulement un individu, mais une collectivité d'hommes soumis aux mêmes excès de travail ou d'exercices. Nous allons voir alors se produire quelque chose qui va ressembler de si près à une épidémie de fièvre typhoïde, qu'on a souvent pu se tromper au début.

Qu'on nous permette, encore une fois, de citer ce délicieux passage de Lagrange (en faisant quelques réserves sur ce mode de contagion, qu'il affecte à la fièvre typhoïde).

« Une caserne est ancienne, ses murs et ses plafonds renferment sans doute des microbes, car une épidémie se déclare; la fièvre typhoïde décime les hommes. On blanchit les murs, on désinfecte; l'épidémie augmente et fait rage. On change de colonel, l'épidémie disparaît comme par enchantement. C'est qu'un chef moins remuant a pris le commandement. Les hommes ne sont plus soumis à un surcroît de manœuvre. Plus de promenade de 50 kilomètres, plus de prouesses de gymnastique et de voltige destinées à faire l'admiration de la population civile. »

Il semble bien que de ces constatations nous puissions déjà tirer une conclusion : c'est que de l'addition de fatigues journalières relativement bien supportées, peut résulter un état plus grave mettant l'organisme en rupture d'équilibre.

Et ceci n'est pas seulement valable pour le cas particulier des fièvres de surmenage.

« Un athlète peut présenter une grande force de volonté... De tels hommes peuvent s'user à la longue presque sans s'en apercevoir, dit le médecin colonel *Visbecq*. Le médecin doit les avertir. Il doit savoir aussi que c'est chez eux que l'on peut observer parfois l'écroulement subit des forces par l'addition d'un effort même très bref, surajouté à une dose d'efforts qui auraient été bien supportés sans cela. »

Ceci nous amène à parler d'une forme de fatigue à minima, moins évidente, plus difficile à percevoir, résultant d'une somme, d'une accumulation de fatigues légères; la fatigue latente.

C'est seulement dans ces toutes dernières années, avec le développement du travail industriel méthodique, en série, que l'on a pu mettre en évidence cette forme de fatigue.

Nous avons vu en effet que la fatigue se caractérisait, entre autres effets, par une perte ou une diminution du pouvoir fonctionnel, et par conséquent par une diminution de la capacité de travail.

Si la fatigue, bien que se produisant chaque jour, est légère, la diminution de la capacité de travail sera légère aussi et ne pourra être perçue par l'ouvrier. Mais si tous les ouvriers d'une industrie sont soumis à la même fatigue légère, due à une mauvaise répartition du travail, les résultats à long terme en seront particulièrement nets sur la production. Et c'est ainsi que nous trouvons là un test bien inattendu de fatigue et qui est pourtant d'une grosse valeur.

Cette fatigue industrielle se présente par conséquent sous un aspect très particulier. Il ne s'agit plus d'un malaise plus ou moins intense éprouvé après un effort, mais d'un état insidieux installé progressivement et ne révélant sa présence lorsqu'il existe depuis longtemps déjà « que par ses effets sur la santé individuelle et ses divers retentissements sur la vie économique et sociale ». (*Dhers*).

On peut maintenant se demander si cette « fatigue cumulative », mise en évidence dans les cas particuliers du travail industriel, est un privilège de ce travail industriel. Il semble bien que non et que dans d'autres collectivités, l'armée par exemple, on puisse en retrouver facilement les effets. *Leitenstofer*, médecin militaire allemand, avait observé *pendant de longues années*, un bataillon qui était réputé par ses hautes qualités d'entraînement. Or il fut frappé de l'apparence malade des hommes... Dans les manœuvres qui suivirent cet examen, le bataillon non seulement ne se distingua pas, mais il fut battu par un autre bataillon bien moins entraîné et on y constata un nombre considérable de cas de coup de chaleur.

Cet amoindrissement de la valeur fonctionnelle qui caractérise la fatigue latente coïncide naturellement avec un affaiblissement de la valeur organique, et nous verrons tout à l'heure qu'elle peut être l'origine ou l'occasion d'un certain nombre de troubles ou de maladies de gravité diverse.

Dans ces conditions nous devons souligner l'importance de cette forme de fatigue, plus grave que les premières par la difficulté qui s'attache à son diagnostic.

Il nous reste à dire un mot maintenant d'une forme de fatigue, semblable aux autres par ses effets, mais différente par son origine: « la fatigue statique ».

On conçoit généralement le travail humain comme l'exécution d'un mouvement. Au point de vue mécanique, le travail est le produit d'une masse par un chemin parcouru. Placez un fardeau sur l'épaule d'un individu immobile et laissez-le ainsi. Au point de vue mécanique, l'individu ne travaille pas. Mais au point de vue physiologique il travaille certes, et il se fatigue. La simple position debout, pour laquelle l'homme n'éprouve aucune difficulté, demande cependant des muscles un travail incessant minutieusement réglé.

« Laissons prendre à cet homme, dit le Professeur *Froment*, l'attitude la plus naturelle, la mieux équilibrée et demandons-lui simplement de s'y maintenir sans bouger, il ne sera pas long à nous prier de mettre fin à ce supplice. Ne savez-vous pas que la station debout, immobile, même dans l'attitude habituelle, présente pour l'homme le summum de la fatigue. » Même dans la position couchée, les muscles ne sont pas en complète résolution, il y a encore un équilibre à garder.

Blanchetière soulignait déjà ce fait: « Le travail musculaire n'est pas nul même chez le sujet maintenu au repos et peut être affecté par les causes en apparence les plus banales. »

C'est pourquoi l'homme n'est presque jamais complètement immobile. Un mécanisme merveilleux de précision lui permet de rythmer ses efforts, et de reposer successivement chaque muscle. Il se tient debout ou couché d'une façon économique et réduit ainsi sa fatigue. Mais

que ce mécanisme régulateur soit troublé et surviennent des efforts beaucoup plus coûteux, se répétant non plus chaque jour, mais à chaque instant, à chaque minute, au lit même. Il y aura surmenage plus ou moins lent des muscles de la statique, et à long terme nous pourrions voir apparaître tous les troubles, tous les désordres résultant de ce surmenage, c'est-à-dire : la fatigue.

CHAPITRE V

Les maladies de fatigue ou Ponoses

C'est là une question fort importante, très discutée, et dont l'étude délicate ne semble pas être au point encore aujourd'hui. Il est très difficile en effet de savoir ce qui dans une maladie revient à la fatigue et ce qui revient à d'autres causes.

Déjà, en 1880, *Revillod* désigne sous le nom général de ponoses les maladies de fatigue. Mais il est fort imprécis dans leur énumération, et il semble bien qu'on en puisse réduire de beaucoup leur liste. Tout d'abord il existe certaines conditions étiologiques qui favorisent l'action du surmenage physique. Ainsi l'enfant et l'adolescent sont plus facilement atteints. Chez les neuro-arthritiques, les convalescents, une fatigue minime peut engendrer des troubles graves.

A bien considérer la question, on peut séparer distinctement deux classes. L'une où la fatigue est l'origine même des troubles, l'autre où elle n'a qu'une action prédisposante.

L'exagération du travail musculaire peut, nous l'avons déjà vu, provoquer l'éclosion de fièvres à allure typhoïde. Mais en dehors de ceci, nous pouvons avoir des troubles, localisés aux organes qui subissent les premiers le contre-coup du travail musculaire: à savoir, d'abord le cœur.

Nous avons vu que les accidents aigus du cœur forcé étaient rares chez les hommes. Par contre, on signale régulièrement l'hypertrophie cardiaque. Les coureurs de profession d'Afrique finissent presque tous par subir la dilatation passive du cœur. On les met généralement à la retraite vers l'âge de 40 ans. « L'abus des sports peut produire à la longue des lésions cardiaques, dit Tissié. »

Sur les autres appareils on ne possède pas de grandes précisions. Cependant *Guérini* a montré l'existence de lésions hypophysaires chez les animaux morts de fatigue. L'adrénaline des glandes surrénales diminue énormément et le foie surtout doit avoir un rôle. Mais les conditions d'expérience sont extrêmement difficiles. Il est nécessaire pour étudier des lésions de fatigue de fatiguer pendant très longtemps un animal. L'animal surmené ne mange plus, dépérit et meurt en général assez rapidement.

Mais les cas où la fatigue agit comme cause favorisante sont infiniment plus nombreux et mieux définis.

La fatigue locale d'abord, des extrémités, peut favoriser la localisation de paralysies, par exemple. C'est ainsi que l'on connaît bien les paralysies professionnelles des fileuses, des tisseuses, des couturières, des cigarières, qui semblent être le résultat d'excès fonction-

nels et d'exigences mal proportionnées à la puissance des groupes neuro-musculaires.

Rappelons d'autre part que les Japonais ont constaté que le béri-béri est accompagné de paralysie des membres inférieurs chez les ouvriers qui au cours de leur travail utilisent les jambes, tandis que le membre supérieur est frappé chez les ouvriers qui travaillent des mains.

C'est surtout comme cause prédisposante générale que la fatigue a un grand rôle en pathologie. Le grand fatigué, le surmené est affaibli, moins résistant et ceci n'est pas une vue de l'esprit. Déjà *Charrin* et *Roger* dans leurs recherches sur l'infection avaient surmené des cobayes et des rats blancs en les faisant courir dans un cylindre rotatif. Un autre lot d'animaux est laissé au repos. Si on inocule alors les deux lots, soit avec le charbon bactérien, soit avec le charbon symptomatique, on constate que toujours les animaux surmenés succombent avant ceux qu'on laisse au repos. Ces derniers même survivent quelquefois.

Plus précisément, *H. Vincent* en 1918 a pu montrer que le surmenage musculaire détermine un abaissement parfois considérable du pouvoir alexique du sérum. Tout ce que nous savons de l'alexine et de son rôle protecteur nous font comprendre l'importance que peut prendre la fatigue comme cause prédisposante et aggravante dans toutes les maladies microbiennes.

Charrin et *Roger*, *H. Vincent* et de nombreux auteurs ont établi, dès lors, que le surmenage favorise ou ag-

grave le développement du charbon symptomatique, de la fièvre typhoïde, de la dysenterie, de la tuberculose, de septicémies, de l'ostéomyélite, etc... Nous pouvons ajouter sans crainte toutes les maladies microbiennes.

Dans un autre ordre d'idées, le surmenage favorise également le coup de chaleur et le coup de froid (*Héricourt*). C'est ainsi que lors de grandes manœuvres, par exemple, des troupes fatiguées sont beaucoup plus frappées que des troupes fraîches par ces accidents.

Le surmenage chronique peut, d'après *Ioteyko*, créer de toutes pièces la neurasthénie, d'autre part, chez le neurasthénique, tout effort corporel ou cérébral provoque une aggravation des symptômes. Il réagit comme ferait un homme sain soumis à un excès de travail.

La fatigue est donc incontestablement une circonstance déterminante, prédisposante, ou aggravante d'un certain nombre de maladies.

Il est intéressant de noter à ce sujet que l'*Industrial Fatigue Research Board*, de Londres, a renoncé à étudier les statistiques de morbidité du passé, les jugeant trop incomplètes pour être utilisées comme tests de fatigue; mais qu'il espère pouvoir établir et faire établir des statistiques suivant un système déterminé permettant de les utiliser efficacement quand un nombre assez grand de données aura été accumulé.

Nous n'avons cité ici que les faits incontestables et prouvés où la fatigue avait une action nette. Inutile de dire qu'on lui a attribué des méfaits beaucoup plus nombreux et très divers. C'est ainsi que *Ioteyko* signale que les abus des organes de la locomotion peuvent conduire

à des maladies de la moelle épinière, l'abus de la gymnastique amène, dit-il, des paralysies médullaires et l'atrophie musculaire progressive. Il y a une discrimination attentive à faire entre tous ces faits et il convient de n'en retenir que ceux qui sont indiscutables.

CHAPITRE VI

Surmenage musculaire, effets seconds et conséquences d'Hypertonies ou de dystonies

Nous touchons ici au problème le plus intéressant pour le médecin, dans cette étude sur la fatigue. Certaines maladies peuvent-elles être génératrices de surmenage musculaire?

Dans l'affirmative, les troubles dus au surmenage ne peuvent-ils venir colorer, surcharger les troubles dus à la maladie initiale?

Ne doit-on pas enfin traiter à part ces troubles surajoutés dus au surmenage musculaire?

Voilà les trois questions qui, semble-t-il, situent nettement le problème. C'est dans cet ordre que nous allons les étudier, tâcher de les éclaircir et de les résoudre.

**

Tout d'abord: y a-t-il des maladies productrices de fatigue?

Incontestablement oui et le médecin pense immédiatement au grand fatigué qu'est l'Addisonien. Mais ici nous sommes obligé de bien préciser la question et rappeler que nous avons exigé, pour parler de fatigue musculaire, tout un ensemble de conditions. Tout d'abord la notion étiologique d'un excès de travail, puis deux sortes de signes, l'un subjectif variable et inconstant, le sentiment de fatigue, les autres objectifs, fonctionnels (diminution du pouvoir fonctionnel) ou chimiques (troubles des métabolismes musculaires).

Nous trouvons bien dans la maladie d'Addison l'existence d'un sentiment de fatigue, extrêmement prononcé, insurmontable, mais nous ne trouvons pas à l'origine d'excès de travail et ceci suffit pour que nous ne puissions pas parler dans ce cas de fatigue musculaire.

La maladie d'Addison n'est d'ailleurs pas la seule dans laquelle on puisse voir ce sentiment de fatigue sans excès de travail. Nous allons rapidement passer les autres en revue afin de bien écarter ces causes d'erreur.

En général toutes les affections qui touchent les glandes endocrines sont susceptibles d'amener, avec une moindre intensité que chez l'Addisonien, ce sentiment de fatigue. Certains sujets, porteurs de lésions hypophysaires, comme les acromégales, les géants, éprouvent souvent une fatigue insurmontable semblable à la fatigue des Addisoniens.

On l'a aussi constaté chez les myxœdémateux.

Le foie surtout est intéressant à cet égard. Les affections qui le touchent s'accompagnent souvent du sentiment de fatigue, et ce à tel point que dernièrement *Mon-*

tassut, *Lamanche* et *Daussy* signalaient sa valeur diagnostique dans les cas d'hépatisme.

Le sentiment de fatigue existe aussi avec une intensité particulière dans la myasthénie ou maladie d'*Erb-Goldflam*. Mais dans un cas observé sur un malade de M. le Professeur Froment, les épreuves chimiques ne nous ont donné aucune indication mettant en évidence un surmenage musculaire. Et du fait que les myopathiques se plaignent aussi, fréquemment, de fatigue, il semble bien qu'on doive établir, à ce point de vue, une différence nette entre : impuissants musculaires et surmenés musculaires.

En dehors de ces affections, le sentiment de fatigue existe souvent dans la fièvre, pendant la convalescence, etc., etc...

Mais il nous faut encore une fois rejeter du cadre de cette étude ces maladies qui ne produisent pas de fatigue musculaire vraie, puisque nous exigeons à l'origine un travail musculaire exagéré.

Mais alors quelles sont les maladies susceptibles d'augmenter l'activité musculaire?

Ce sont plutôt certaines maladies du système nerveux que celles propres au muscle. Parmi elles, quelques-unes seront productrices de contractions musculaires fréquentes involontaires, déterminant des mouvements, tels que les chorées, les spasmes. D'autres au contraire détermineront un état constant du muscle en contraction particulière : ce seront les diverses contractures. Enfin, dans d'autres cas moins bien déterminés, tel que la maladie de Parkinson, on pourra observer un état particulier des muscles, une rigidité, très différente de

la contracture en ce qu'elle n'est pas constante et qu'elle varie avec les positions.

Nous nous occuperons plus spécialement ici des hypertonies extrapyramidales que nous avons eu la faculté d'observer facilement dans le service de M. le Professeur *Froment* et pour lesquelles il a bien voulu nous aider de ses recherches personnelles.

Rappelons dès l'abord que les distinctions classiques et tranchées que l'on établissait entre les diverses contractures: contraction tonique, contraction clonique, tendent maintenant à s'adoucir, à devenir moins absolues. Nous en reparlerons tout à l'heure d'une façon plus détaillée.

Comme nous l'avons déjà vu, les tests chimiques seuls sont des tests directs. Ce sont ceux également qui nous apportent le plus fort coefficient d'exactitude.

Nous retiendrons certains d'entre eux.

Tout d'abord, nous noterons soigneusement l'augmentation de la créatinine urinaire observée par les auteurs.

Nous tiendrons compte également de l'élévation du coefficient de *Maillard-Lanzenberg*, témoin de l'augmentation de l'ammoniaque urinaire et qui donne d'utiles renseignements sur l'activité musculaire. C'est ainsi qu'après un match de rugby, *Germenot* a vu le coefficient s'élever chez un sujet normal de 5,85 à 9,21 et chez un autre de 4,37 à 12,11. A la suite d'une grande course cycliste (épreuve de 200 km), il le vit s'élever de 4,60 à 6,15, de 4,93 à 6,40 et de 5,90 à 11,50 tandis qu'une course sur piste de 21 km. parcourus à allure régulière le fit passer de 5,12 à 6,71. Nous trouvons donc, dans tous ces

cas où l'activité musculaire a été très nettement augmentée, des écarts variant de 1,47 à 7,74.

Enfin, dans tous les cas où cette épreuve a été possible, nous avons accordé une importance particulière aux variations du métabolisme basal. A ce sujet, rappelons d'abord les données que l'on peut considérer comme classiques.

Bénédict et *Murschauser* observent chez le sujet debout, en position dite de repos; une élévation des dépenses caloriques de 10 à 12 % par rapport à la position couchée. La position du garde à vous élève par contre les dépenses de 19 à 26 % tandis que la station assise ne l'augmente que de 5 à 7,50 %.

Des chiffres analogues ont été relevés par *Johanson* et *Riche*. D'autres auteurs, *Lilyestrand* et *Stendstrom*, ont mis en évidence l'importance de ces variations dont l'amplitude se réduit sous l'influence de l'entraînement et de l'habitude.

L'augmentation du métabolisme basal, étudiée dans ces conditions, est donc un indice d'activité musculaire.

Voyons, dès lors, comment se sont comportés les malades parkinsoniens, étudiés par les auteurs et en particulier le Professeur *Froment* et ses élèves, vis-à-vis des tests sus-indiqués.

Le problème se posait ici d'une façon un peu délicate, car la maladie de Parkinson joint souvent à la rigidité le tremblement. Ce tremblement était une cause d'erreur, car on risquait de rapporter à la rigidité des troubles produits par lui. Les expériences furent donc faites sur des parkinsoniens non trembleurs, uniquement rigides.

Tout d'abord il y a augmentation du taux de la créati-

nine urinaire. Les 10 cas observés à ce sujet par *Froment* et *L. Velluz* sont tous positifs. Par ailleurs ils ne font que confirmer les données antérieures. *Koch*, *Marinescô* et *Popesco* ont en effet indiqué cette augmentation dès 1921.

Etudions maintenant le coefficient de *Maillard-Lanzenberg* chez les parkinsonniens.

Les mêmes auteurs (*Froment* et *L. Velluz*) peuvent actuellement faire état de 40 observations concernant des adultes jeunes atteints de syndrome parkinsonien post-encéphalitique tant fruste que nettement caractérisé. Ils établissent que chez le Parkinsonien non-trembleur, uniquement rigide, on constate dans une proportion de 78 % des cas une élévation horaire avec maxima matinaux ou vespéraux, atteignant 15 (3 cas), 18 (4 cas) et même 25 (2 cas).

Mais chez ces mêmes malades, le coefficient descendait à d'autres moments à 3 ou 4. Dans la même journée ces auteurs ont consigné des variations de 11 à 25, soit une différence de 14 environ. C'est généralement à midi que le coefficient est le plus bas et le soir le plus élevé, bien que le matin au réveil il se rapproche de celui du soir et parfois même le dépasse.

Au contraire, chez l'homme normal, les variations horaires sont peu appréciables.

Voyons enfin quels renseignements va pouvoir nous fournir l'étude du métabolisme basal.

J. Froment et *R. Corajod* rapportent 12 cas de détermination du métabolisme chez des Parkinsoniens. Les épreuves ont été faites suivant les conditions requises :

décubitus dans un fauteuil confortable, malade à jeun depuis la veille.

Ils constatent dans tous les cas des augmentations du métabolisme basal répondant respectivement aux taux de + 6,7 %, + 8,4 % + 16,2 %, + 22,2 % + 25,6 % + 28,5 % + 29,8 % + 39 % + 41,5 % + 46,8 % + 51,3 % + 57,3 %.

Si l'on dépouille une à une les observations du travail de *J. de Massary* (Le système neuro-végétatif dans le syndrome post-encéphalo-léthargique, *Thèse de Paris*, 1924), on constate que le métabolisme de base a été étudié dans 10 cas.

Les résultats se répartissent de la façon suivante :

Métabolisme normal : 4 cas.

Métabolisme diminué : 2 cas (— 4 % et — 6,8 %).

Métabolisme augmenté : (+ 3,8 %, + 4,3 % + 16 % + 18,3 % + 20 % + 25 % + 66,4 %).

L'élévation du métabolisme basal y est donc la plus fréquente.

Il est bon à cet égard de citer la remarque de *Froment* et *Corajod* : « Nous ne tenons aucun de ces chiffres pour chiffres de métabolisme basal. En effet le calcul de celui-ci implique une résolution musculaire aussi complète que possible... Il y a de ce chef pour tout essai de détermination du métabolisme basal, chez le parkinsonien une énorme cause d'erreur qui l'interdit en quelque sorte. Mais par contre les chiffres sus mentionnés peuvent être retenus comme témoins de l'activité musculaire et c'est à cet égard seulement qu'ils doivent, croyons-nous, fixer l'attention. »

De tout ceci, nous arrivons donc à ce résultat que les tests chimiques étudiés chez le parkinsonien présentent des valeurs et des variations analogues à celles qu'on pourrait trouver chez un homme fatigué. Pouvons-nous conclure brutalement : Créatinine augmentée + coefficient de Maillard augmenté + métabolisme basal augmenté = fatigue musculaire.

Non certes. Les équations mathématiques n'existent pas en pathologie.

Mais nous n'avions pas cette prétention et nous avons déjà montré les grosses difficultés que présentait la recherche des tests de fatigue. *Dhers*, qui a étudié cette question d'une manière approfondie, le dit bien : d'un test isolé, on ne peut rien conclure.

Mais la réunion de plusieurs épreuves concordantes donne tout au moins de sérieuses présomptions qu'on n'a pas le droit de rejeter systématiquement.

Interrogeons un parkinsonien et nous verrons que toujours et dès l'origine, le malade s'est plaint de courbature musculaire et de grande fatigue. Phénomène subjectif incontrôlable, avons-nous dit, de la sensation de fatigue. Certes. Isolément elle n'a que peu de valeur, mais lorsqu'elle s'accompagne de tests chimiques, nous devons lui accorder son importance.

Dès lors, le Parkinsonien nous apparaît comme un individu dont les muscles, après un épisode infectieux, ont pris un état de rigidité particulière. Rigidité inconstante, variable avec les positions du corps. Quelle que soit l'interprétation que l'on en cherche, il reste un fait patent : des désordres dans l'utilisation du muscle. D'autre part, c'est un malade qui se plaint constamment

de courbature musculaire et de grande fatigue. Enfin les quelques épreuves chimiques que l'on a étudiées chez lui l'apparentent exactement à ce point de vue à un homme normal qui vient de fournir un exercice musculaire intense.

Tous ces faits peuvent donc incontestablement nous amener à cette hypothèse que le Parkinsonien fournit continuellement un travail musculaire exagéré.

Remarquons-le en passant, ceci n'est pas sans cadrer absolument avec l'interprétation que M. le Professeur *Froment* s'est faite progressivement du Parkinsonien, et ces faits apparaissent bien comme la confirmation expérimentale des déductions logiques qu'on peut aisément tirer de cette interprétation.

« Tout se passe dit le professeur *Froment*, comme si dans l'état Parkinsonien il y avait régression de la fonction statique et dissolution progressive, tout au moins partielle, des réflexes qui l'assurent. Le malade devient de plus en plus incapable de réaliser la statique souple à minima. Aussi doit-il, même pour des attitudes qui ne le comporteraient pas, recourir à la statique renforcée.

On peut logiquement en tirer cette conclusion que la statique renforcée mettant en jeu un plus grand nombre de muscles que la statique normale à minima, est plus coûteuse au point de vue musculaire. C'est bien ce que l'expérience confirme.

Est-ce à dire, maintenant que ce qui est valable pour la contracture extrapyramidale, l'est aussi pour les autres variétés de contraction musculaire pathologique. Classiquement on peut toutes les faire rentrer dans deux

grandes classes : la contraction clonique et la contraction tonique ; la seconde se différencierait de la première par les phénomènes électriques, l'absence de dégagement de chaleur, de son et enfin de fatigue.

Au point de vue chimique également il est classique d'admettre que ces contractions différentes sont déterminées par un métabolisme différent.

C'est ainsi que la fonction dite tonique serait liée à un métabolisme albuminoïde qui aboutirait en partant des protides constitutives du muscle, à la formation de composés azotés spéciaux, la créatine et la créatinine. Normalement, seule la créatine apparaît dans les urines ; excrétée par le rein, elle est vraisemblablement sécrétée par le foie aux dépens de la créatine.

Par contre, la fonction dite clonique, serait liée à un métabolisme hydro-carboné qui aboutirait en partant des glucides musculaires (Glycogène, glycose et autres sucres) à la formation de composés acides dont le plus connu est l'acide sarcolactique. Des acides engendrés par la contraction musculaire sont normalement transformés dans l'organisme et n'apparaissent pas dans les urines. C'est l'élévation du coefficient de Maillard, Lanzenberg ou en d'autres termes l'augmentation du taux de l'ammoniaque urinaire qui est le témoin de leur formation

Mais en réalité les différences qui existent entre ces deux sortes de contractions ne sont pas aussi tranchées et tout récemment les travaux d'un certain nombre d'auteurs tendent bien à faire admettre que s'il existe des différences, ce sont des différences de degré mais non pas de nature.

Dans un récent article, ayant pour titre « le tonus musculaire et le mécanisme reflexe de la station debout » *F. Bremer* le constate : « actuellement, dit-il, l'opinion tend à prévaloir que les différences, si légitimes qu'elles paraissent au premier abord, des contractions toniques phasiques, n'impliquent pas une différence réelle de leur mécanisme neuro-musculaire ».

« On a essayé disait *Ch. Foix* dans son travail sur le tonus et les contractures de définir le tonus par le caractère de la contraction tonique : absence de fatigue, de dégagement de chaleur, de son, de phénomènes électriques qui caractérisent la contraction volontaire. Ces différences dans l'esprit des auteurs, correspondaient à des différences de métabolisme. Qu'elles existent cela est évident ; qu'elles aient une valeur absolue, il est certain que non, tout au moins pour un certain nombre d'entre elles ».

Pour s'en tenir à la question chimique, *Spiégel, Dussier de Barenne*, et *Cohen Tervaert*, n'admettent pas que la fonction tonique soit liée à un métabolisme à base protéique aboutissant à la formation de créatine suivant la conception de *Pekelharing* et de *Van Hoogen*. La rigidité décérébrée en tout cas n'amènerait pas une augmentation de la créatine. D'après *Tiegs*, la créatine agirait comme une base neutralisant l'acide lactique formé pendant la contraction musculaire.

Quoi qu'il en soit de tout ceci, il n'en reste pas moins que les différences tranchées, de la théorie classique tendent à s'amoin-drir singulièrement tant du point de vue des phénomènes chimiques, que des réactions physiques. Il n'y a pas de cloisons étanches et les deux con-

tractions toniques et cloniques semblent bien correspondre à des degrés différents d'un phénomène de nature constante.

Dans ces conditions les auteurs *J. Froment*, *A. Badingant* et *M. Chambron*, puis *J. Froment* et *Velluz* ont montré que dans de nombreux cas il existait une augmentation de la créatinine urinaire coïncidant avec une élévation horaire du coefficient de *Maillard*. Dans certains cas même, la créatinine n'était pas augmentée bien que le coefficient de *Maillard* fût toujours élevé.

Ces faits infirment donc quelque peu la théorie classique. On ne peut encore en conclure fermement que le pyramidal se surmène au même titre que le Parkinsonien.

Mais là encore s'ouvre un champ de recherches, qui n'est pas sans intérêt.

**

Ces notions étant bien étayées, nous sommes maintenant amené à nous demander si le Parkinsonien ne subit pas les effets de son surmenage musculaire. En d'autres termes : ce surmenage musculaire qui est chez le normal général de troubles morbides plus ou moins accentués, ne l'est-il pas aussi chez le Parkinsonien.

Rappelons en particulier ce que nous avons dit à propos des fièvres de surmenage : états d'allure typhoïde, durant plus ou moins longtemps et dus à l'addition constante de légers excès de travail, journaliers. On trouve bien en effet au cours de l'évolution de la maladie de Parkinson, de fréquentes poussées fébriles, sans cause apparente, ne s'accompagnant la plupart du temps d'aucun symptôme pulmonaire ou autre et dont on est

bien empêché de trouver la cause. Ne pourrait-on, dans de nombreux cas, rapporter ces poussées fébriles au surmenage musculaire auquel est soumis le Parkinsonien ?

D'autre part, nous avons exposé précédemment que le surmenage lent, pouvait aboutir à longue échéance à un véritable état cachectique avec amaigrissement extrême, perte presque complète de forces, etc... On ne peut s'empêcher, sachant que le Parkinsonien se surmène de rapprocher la cachexie de surmenage, de la forme cachectisante du Parkinsonisme post-encéphalitique que *Mlle Gabrielle Lévy* a si bien décrite. Elle lui attribue les caractères suivants : prédominance très marquée de la raideur sur le tremblement, amaigrissement considérable, lésions dentaires étendues et progressives, trismus, mutisme et impossibilité presque complète des mouvements de la langue, troubles trophiques et escarres, troubles sphinctériens. « Ces malades, ajoute *Mlle Gabrielle Lévy*, atteignent un état de maigreur squelettique et meurent presque toujours en hyperthermie, parfois un jour de grande chaleur ».

Dans ce cas, il est incontestable que l'état de surmenage nous rendrait compte de la cachexie, des raideurs particulières, et des lésions dentaires puisque nous savons que le surmené se déminéralise.

Il est encore un fait bien connu du médecin, c'est le peu de résistance qu'offrent les Parkinsoniens aux processus infectieux, lymphangitiques ou autres. Ils se présentent comme des prédisposés à l'invasion microbienne.

Mais nous avons appuyé, déjà, sur le fait extrêmement intéressant, que le surmené est hyporésistant et nous avons noté la grande action prédisposante de la

fatigue vis à vis des infections bactériennes, par suite de la diminution considérable de l'alexine du sérum. Là encore un rapprochement s'impose, et si impérieux cette fois, qu'on peut presque établir entre ces deux faits : fatigue et diminution de résistance du Parkinsonien, une relation de cause à effet.

Le Professeur *Froment* s'est en outre demandé si, dans certains cas « l'accumulation des produits de fatigue musculaire n'ajoutait pas à la rigidité Parkinsonienne des crampes tétaniformes ». Ceci est fort possible. Nous savons en effet, que la fatigue s'accompagne de raideurs musculaires, fréquemment de crampes, bien qu'elles soient en général passagères.

Quoi qu'il en soit, à la suite d'un traitement combinant les injections intraveineuses de chlorure de calcium, aux rayons ultra-violets, ces phénomènes disparaissent, en même temps que le coefficient de Maillard-Lanzenberg redevenait normal.

Et nous sommes enfin amenés à la question du traitement des effets seconds de la fatigue. Nous n'en dirons que quelques mots. Elle est fort complexe, et d'autre part une étude plus précise vient d'en être faite par *M. Duval*, élève du professeur *Froment*.

Jusqu'ici on se contentait de traiter, non pas les effets de la fatigue, mais la fatigue elle-même. On en supprimait la cause et le meilleur traitement était le repos combiné aux massages et à l'hydrothérapie. Ceci est parfait pour l'homme normal; mais il n'est point de repos pour le parkinsonien.

À la suite des travaux de *Froment* et *Kelluz*, mon-

trant chez le surmené, et le parkinsonien en particulier, une acidose d'origine lactique, le professeur *Froment* s'est demandé si une action directe sur les déchets de fatigue, et en particulier cet acide lactique ne serait pas possible.

Il essaya de neutraliser cette acidose par des injections intra-veineuses de chlorure de calcium. Les résultats furent bons, en particulier sur ces crampes tétaniformes que nous signalions plus haut.

Enfin, l'aboutissant logique de ces recherches, l'amènera à l'emploi raisonné de l'Insuline. Avec *G. Mouriquand*, ils firent une communication à la Société de Neurologie sur un cas de cachexie auquel fut appliqué le traitement insulinique. Voici leurs conclusions : « La cachexie parkinsonienne est, au moins dans certains cas, susceptible de rétrocession lorsqu'elle est attaquée par un traitement convenable. L'observation montre que l'insuline est en pareil cas, nous ne disons pas médication spécifique, mais bien médication essentiellement active ».

Telle est la situation actuelle du problème.

Quelles conclusions pouvons-nous maintenant tirer de cette étude du surmenage dans la maladie de Parkinson ?

L'affirmation pure et simple n'est pas œuvre scientifique et, par ailleurs, il ne faut pas tomber dans le travers qui consisterait à exagérer les méfaits de la fatigue. Mais il ne faut pas non plus les négliger et de tout ceci il reste que le Parkinsonien se comporte vis à vis des tests chimiques envisagés comme un homme soumis à un

exercice musculaire intense. Il présente d'autre part dans l'évolution de sa maladie des troubles particuliers, sans causes précises, et semblables à ceux que peut déterminer un surmenage musculaire prolongé. Enfin, certains traitements, en particulier le traitement insulinaire, apparaissent comme la médication de choix de ces troubles seconds.

Certes, il y a là un problème fort complexe. Sans prétendre l'avoir résolu, du moins avons nous pu de quelque manière, nous l'espérons, contribuer à le bien peser.

Conclusions

1. — La fatigue musculaire est un phénomène complexe neuro-musculaire, succédant toujours à un travail exagéré clonique ou tonique du muscle.

Elle se traduit au point de vue biologique, par une diminution du pouvoir fonctionnel et s'accompagne de deux sortes de signes; un signe subjectif variable en intensité et non absolument constant qui est la « sensation de fatigue », des signes objectifs, les uns fonctionnels (Imprécision, Affaiblissement, Perte de vitesse), les autres chimiques portant sur les métabolismes musculaires.

2. — La recherche des tests de fatigue est rarement décisive. Le test crucial reste à trouver. Les tests chimiques sont les plus sûrs.

3. — La fatigue musculaire se présente chez l'animal avec des caractères quelque peu variables : mort par essoufflement, bête forcée et hallali, surmenage lent, fièvre de surmenage. La chair des animaux fatigués devient rapidement toxique.

4. — Chez l'homme on peut également rencontrer des cas de surmenage aigu. Ils sont cependant exceptionnels

car l'homme s'arrête à temps. Le travail musculaire prolongé est en général bien rythmé, c'est à dire qu'il comporte alternance et temps de repos ; il est pourrait-on dire « taylorisé ». Ce temps de repos suffit pour que le muscle récupère sa capacité fonctionnelle.

En plus des raideurs musculaires et du tremblement analogues à ceux de l'animal, on observe chez l'homme surmené, suivant le cas : la courbature fébrile (fièvre de 24 heures), la fièvre de surmenage à allure typhoïde et des signes de fatigue du cœur.

La semeïologie de la fatigue latente a été jusqu'ici encore mal individualisée. Elle est particulièrement à prendre en considération pour la fatigue statique, corrélatrice de l'effort constant qu'implique la station debout.

5. — L'action pathogène de la fatigue musculaire est triple : déterminante, prédisposante ou aggravante.

Elle détermine les « maladies de fatigue », les « Ppnoses », des fièvres de surmenage à allure typhoïde, des accidents et lésions cardiaques et musculaires.

Elle prédispose à toutes les maladies infectieuses, en diminuant notablement l'alexine du sérum et en altérant par conséquent la résistance de l'organisme. La fatigue locale prédispose à la localisation de paralysies toxiques ou de carence (béri-béri).

Elle aggrave, d'une manière générale, toutes les maladies.

6. — Par suite du dérèglement du système de réflexes statiques, qui permet seul de réaliser le maintien des

attitudes avec effort minimum, le parkinsonien est condamné à un surmenage quotidien et constant.

Une thérapeutique appropriée ne peut qu'en atténuer les effets, et plus ou moins bien, suivant sa précocité et sa vigueur, enrayer les aboutissants du dit surmenage : lésions secondes et cachexie.

Vu : LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE.
LE DOYEN, J. FROMENT.
JEAN LEPINE.

Vu et permis d'imprimer

LYON, le 24 Octobre 1930.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

POUR LE RECTEUR :
Le Doyen délégué,
GRIGNARD.

Bibliographie

- ACHARD, BINET (L.) et LANGE (G.). — Modifications de la ventilation pulmonaire pendant et après la marche chez l'homme normal et chez le malade. (*Ac. de Méd. de Paris*, 19 janvier 1922.)
- AGGAZOTTI. — Il chloruro di sodio del sangue nella fatica (*Arch. di Fisiol.* XXII, 1924, p. 469.)
- AGOSTINI (P.). — Ricerche ortodiagrafiche e radiografiche sulle modificazioni di grandezza del cuore in rapporto alla fatica. (*Bol. de Soc. med. chir. di Pavia, Ser. d.*, 30 Apr 1909.)
- AMAR (J.). — Le moteur humain et les bases scientifiques du travail professionnel. (*Paris*, 1914, 2^{me} édit., rev. et aug. Ed. Dunod, Paris 1923.)
- ANDREWS (R.-E.). — Value of comparative records in industry. (*The Nation's health*, June 15, 1922.)
- ARLOING (S.). — La fatigue. (*Dictionnaire des Sciences Médicales de Dechambre*.)
- BAUER (J.). — Der jetzige Stand der Lehre von der Ermüdung und deren Beseitigung. (*Deutsche Med. Woch.* ns 24, 30 juin 1922, Berlin.)
- BEDFORD. — The ideal work curve. (*J. of ind. Hyg.*, vol. VI, n° 6, octobre 1922.)
- BILLARD. — La courbe oscillométrique. (*Journ. Méd. Franc.*, sept. 1919.)
- BINET (A.). — L'esthésiométrie. (*An. Psych.*, 1905, II.)

- BINET (L.). — Le travail et le tremblement. (*Rev. Gén. des Sciences*, 15 avril 1918) ; Recherches sur le tremblement. (*Thèse Médicale*, Paris 1918.)
- BINET et VASCHIDE. — Pression artérielle et Travail physique. (*An. Psych.* 1895) ; Examen critique de l'ergographe de Mosso. (*An. Psych.* IV, 1898.)
- BOIGEY (M.). — Dosage de l'exercice physique par la mesure de l'acide carbonique émis. (*Pres. méd.* n° 57, 19 juillet 1922, Paris) ; Les échanges respiratoires pendant le travail musculaire. (*Rapport présenté au Congr. nat. d'Ed. Phys.*, 23, 26 sept. 1923, Bordeaux.)
- BORDAS et COURTIÈR. — La prophylaxie de la fatigue et ses avantages sociaux. (*Ann. d'Hygiène*, V, 1927, p. 327.)
- BREMER (Fred). — Le tonus musculaire et le mécanisme réflexe de la station debout. (*Revue de l'Université de Bruxelles*, 1928-29, n° 2.)
- British Association for the Advancement of Science.* — The question of fatigue from the économic standpoint. (*Inter. Rep. of the committée*, Manchester 1925.)
- BROCA. — Ergométrie. (*Diction. phys. Ch. Richet*, t. V, 1902.)
- Mesure des temps de réaction d'équilibration chez les aviateurs. (*Bul. de la Direction des Recherches et des Inventions*, n° 1, nov. 1919.)
- BRUNS (O.). — Untersuchungen über Herzgrösse, Blutdruck, und Puls vor, waehrend und nach kurz-dauernder intensiver körperlicher Arbeit. (*Munch. méd. Wochr.*, 1921, vol. 68.)
- CANDILLE. — Etude de la fatigue survenant au cours d'épreuves physiques de longue durée. (*Thèse de Lyon* 1926.)

- CATHCART (E.), BEDALE (E.) and MAC-CALLUM (G.). — Studies in muscle activity. I. Static Effort. (*Journal of Physiol.* March. 1923, London.)
- CHAILLEY-BERT. — Etude sur la Physiologie de la marche. (*Thèse méd.*, Paris 1921.)
- La respiration et la circulation pendant l'exercice. (*Rapport présenté au Cong. nat. d'Ed. phys.*, 24-26 sept. 1923 Bordeaux.)
- COLLIS (E.-L.). — Industrial efficiency and fatigue. (*Journal of the royal sanitary inst.*, vol. XLI, n° 3, janvier 1921.)
- CORAJOD (R.). — Biochimie et métabolisme basal du Parkinsonien. (*Thèse de Lyon* 1929.)
- CORDONNIER (D.). — Modifications des temps de réaction nerveuse au cours du travail musculaire. (*Thèse méd. de Lille* 1921.)
- CRASQUIN. — Modifications chimiques des liquides de l'organisme au cours du travail musculaire. (*Thèse méd. Montpellier*, 1920.)
- DAUSSET et BOIGEY. — Sur l'utilité des courbes de fatigue pour le contrôle de l'entraînement en éducation physique. (*Paris-Médical*, 16 avril 1921.)
- DE MASSARY. — Le système neuro végétatif dans le syndrome post-encéphalo léthargique. (*Thèse de Paris*, 1924.)
- DESMARETS. — L'organisation scientifique du travail. (*Rev. gén. des Sciences*, 30 octobre 1919.)
- DODEL (M. P.). — Sur les variations de forme de la courbe ergographique avec l'entraînement dans les ergogrammes en série. (*La Presse médicale*, 15 mars 1922.)
- Données expérimentales et critiques sur la technique et l'interprétation de l'ergographe. (*Thèse méd.*, Bordeaux 1923.)

- DUSSART. — Influence du rythme, de l'activité et de la répartition des pauses sur le rendement au cours du travail musculaire. (*Thèse méd.*, Lille, 1920.)
- DUVAL. — Insuline et Parkinsonisme. (*Thèse de Lyon*, 1930.)
- EMERY. — Fatigue as a préclinical symptôme of disease. (*J. méd. soc. New-Jersey*, XXIII, 1926, p. 112.)
- FARMER (E.). — The value of output curves as a measure of Fatigue. (*Brit. Journ. of Psych.*, janv. 1923.)
- FISK. — Fatigüe in Industry. (*Am. Journ. of Pub. health*, mars 1922, n° 3, Chicago.)
- FROLS et CAUBERT. — Le rendement de la main-d'œuvre et la fatigue professionnelle. (*Institut Lannclongue, notes et mémoires*, n° 1, Paris 1919.)
- FROMENT (J.) et VELLUZ (L.). — L'état Parkinsonien ne serait-il pas générateur d'acidose ? (*Société de Neurologie de Paris*, 4 novembre 1926 et *Revue Neurologique* 1926, t. II.)
- FROMENT (J.) et VELLUZ (L.). — Du métabolisme musculaire dans l'état Parkinsonien. Acidose d'origine lactique et créatininurie. (*Société de Neurologie de Paris*, 31 mai 1927 et *Revue Neurologique* t. I.)
- FROMENT (J.) et VELLUZ (L.). — Acide lactique. Ammoniaque et Créatinine urinaire dans les états Parkinsoniens. (*Société de Biologie. Réunion de Lyon*, 20 juin 1927.)
- FROMENT (J.) et PAUFIQUE. — La rigidité parkinsonienne nest-elle pas le témoin de l'involuiion des réflexes statiques ? (*Société de Neurologie de Paris*, 1^{er} décembre 1927.)
- FROMENT (J.). — L'homme debout. Régulation de la statique. Ses troubles. (*Leçon inaugurale du cours de Pathologie interne ; Revue de l'Université de Lyon*, mars 1928 ; *Presse médicale*, 30 juin 1928.)

FROMENT (J.) et DUBOULOZ (P.). — Attitudes debout, tonus de posture et réflexes statiques. (*Journal de Méd. de Lyon*, 5 mai 1929.)

FROMENT (J.) et CORAJOD (R.). — Du travail musculaire de stabilisation chez le normal et chez le Parkinsonien soumis ou non à l'action de l'hyoscine. (*Journal de Médecine de Lyon*, 5 juin 1929.)

FROMENT (J.), RAVAUULT (P.) et DECHAUME (J.). — Le surmenage musculaire qu'entraîne le trouble de la régulation statique n'est-il pas générateur d'effets seconds et même de lésions. (*X^e Réunion Internationale de la Société de Neurologie de Paris*, 4 juin 1929.)

— Syndromes striés et surmenage musculaire. Le problème des lésions secondes. (*Jour. de Méd. de Lyon*, 20 juin 1929.)

FROMENT (J.) et MOURIQUAND (G.). — L'insuline peut guérir la cachexie parkinsonienne, conséquence du surmenage musculaire qu'entraîne l'état dystasique. (*Revue Neurologique*, 1^{er} juillet 1929.)

FROMENT (J.), BADINAND (A.) et CHAMBRON (M.). — Les hypertonies pyramidales ou extrapyramidales n'impriment-elles pas au métabolisme musculaire — au degré près — des variations de même sens que les contractions volontaires. (*Revue Neurologique*, n° 3, mars 1930.)

FROMENT (J.) et GARDÈRE (H.). — De la kinésie paradoxale parkinsonienne, des paradoxes striés et des perturbations de la fonction de stabilisation. (*Revue Neurologique*, 1926, t. I. p. 347.)

FROMENT (J.), CORAJOD (E.) et M^{lle} FEYEUUX (A.). — La musculature du parkinsonien travaille au maintien de la statique même en décubitus dorsal. Le métabolisme musculaire est vicié. (*Revue Neurologique*, 1929, t. I, p. 257.)

- GELLHORN. — Uebung und Ermüdung. I und II. Mitteilung. Pflüg. (Arch., vol. 189, n° 1 et 3, 1922, Berlin.)
- GERMENOT. — Déminéralisation et dépense musculaire dans les phénomènes convulsifs de l'épilepsie essentielle et dans les épreuves sportives. (Thèse de Lyon, 1928.)
- GILLESPIE. — The present day physiological basis of the clinical study of fatigue. (J. Neurol. and Psychopathol., v. 1924-25.)
- GLIBERT (D. — Les méthodes actuelles d'évaluation de la fatigue dite « industrielle » et les moyens d'éviter la fatigue improductive. (Min. de l'Ind. et trav., Belgique. Bull. du serv. méd. du trav., n° 3 et 4, Bruxelles 1921.)
- HASTINGS (A.-B.). — The physiology of fatigue. Physico-chemical, manifestations of fatigue in the Blood. (U. S. Publ. health Bull., n° 177, may 1921.)
- HICHENS et VERNON. — Discussion on the physical and mental effects of fatigue in modern industries. (Brit. Méd. J., 1926, II.)
- IMBERT (A.). — Le surmenage professionnel. (An. psych. 1908, vol. XIV, p. 237.)
- IOTEYKO (J.). — Rapport sur la fatigue. (XIII^e Congrès int. d'Hyg. et Dém., Bruxelles 1903.)
- LAGRANGE (F.). — Physiologie des exercices du corps. (Paris-Masson, 1892.)
- LAGRANGE (F.) et GRANDMAISON (F. DE). — La fatigue et le repos. (Paris 1912.)
- LAHY. — Le système Taylor et la physiologie du travail professionnel. (1916, Masson et C^o, Paris.)
- LAPICQUE (L.). — Physiologie du muscle. (In t. v. II, traité de Physiologie Normale et Pathologique de Roger, Paris-Masson, 1929.)
- LFE (F.-S.) et VAN BUSKIRK (J.-D.). — Examination of certain proposed tests for fatigue. (Amer. Jour. Physiol., vol. 63, p. 185, jan. 1923, Baltimore.)

- LIAN (C.). — Troubles cardiaques des soldats en campagne. (*Jour. Méd. fr.*, Paris, mai 1918.)
- MARINESCO et RASCANU. — Contribution à la Physiologie du Parkinsonisme. (*Comptes rendus de la Société de Biologie, section de Bucarest*, juillet 1921.)
- MONTASSUT, LAMANCHE et DAUSSY. — Hépatisme et fatigue. (*Encéphale*, XXII, 1927, p. 637.)
- MORHARDT. — Quelques vues nouvelles sur la Pathologie de la fatigue. (*Vie méd.*, IV, 1923, p. 45.)
- MOSSO. — La fatigue intellectuelle et physique. (*Trad. J. P. Langlois*, Paris 1894.)
- MYERS. — Conceptions of fatigue and adaptation. (*Psych. Rev.* XXXII, 1925.)
- OPPENHEIMER (E.-A.) and SPEATH (R.-A.). — Relation between fatigue and susceptibility of rats towards a toxin and an infection. (*An. Journ. of Hyg.*, vol. 2 n° 1, p. 51, jan. 1922, Baltimore.)
- PATTISON. — Fatigue as a factor in the cause and treatment of tuberculous disease. (*J. Amer. Méd. Assoc.* LXXX 1923.)
- RAKESTROW. — Chemical factors in fatigue. (*J. Biol. Chemistry* LVI, 1928, p. 121.)
- RENON. — Surmenage et anesthésie. (*Rev. générale de Clin. et de Thérapeut.*, XL, 1926, p. 770.)
- SALMON. — Les mouvements automatiques qui suivent les efforts musculaires volontaires chez les sujets sains. (*J. de Physiol. et de Pathol. générale*, Paris 1925, XXIII, p. 790.)
- SCOTT and HASTINGS. — Some phases of protein catabolism and fatigue. (*U. S. Publ. Health Rep.*, 15 octobre 1920.)
- SIMONSON. — Ermüdung und Erholung nach körperlicher Arbeit. (*Klin. Woch.*, V, 1926, p. 2.337.)
- STRAUSS. — Über eine neue Methode zur Messung körperlicher Ermüdung. (*Klin. Woch.*, VI, 1927, p. 483.)

- TISSIÉ. — Contribution à l'étude de la fatigue dans les courses en montagne. (*Gag. hebd. des Sc. Méd. de Bordeaux*, XLVI, 1925, p. 649.)
- United States National Safety Council. — Pratical Methods for reducing fatigue. (*Safe Praticce Pamphlets*, n° 50, Chicago 1922.)
- VERNON. — Industrial fatigue in relation to atmosphé-ric condition. (*Physical Revue*, VII, 1928, p. 130.)
- WILSON. — On industrial fatigue. (*J. State med.*, XXXIV, 1926.)
- VISBECQ (M.). — Physiologie de la fatigue. Influence de la fatigue sur la morbidité. (*Arch de Méd. et de Pharmacie militaires*, vol. LXXV, n° 1.)
- WEICHARDT. — Moderne Ermüdungsforschung. (*III^e Congrès int. des malad. prof.*, Vienne 1914.)
- ZUNTZ. — Rapport sur la fatigue. (*XIII^e Cong. d'hyg. et Dém.*, Bruxelles 1903.)

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	9
INTRODUCTION	11
<i>Chapitre I.</i> — Le Problème de la fatigue	13
<i>Chapitre II.</i> — Les tests de fatigue musculaire	21
<i>Chapitre III.</i> — La fatigue musculaire de l'animal et ses divers aspects	27
<i>Chapitre IV.</i> — Des effets de la fatigue musculaire sur l'homme normal	39
<i>Chapitre V.</i> — Les maladies de fatigue ou Ponoses	49
<i>Chapitre VI.</i> — Surmenage musculaire, effets seconds et conséquences d'hypertonies ou de dystonies	55
CONCLUSIONS	71
BIBLIOGRAPHIE	75



IMP. BOSC FRÈRES & RIOU

42, QUAI GAILLETON

LYON



